

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-5818

(P2002-5818A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 N 21/01  
B 4 1 J 2/175  
G 0 1 F 23/00  
G 0 1 N 21/27  
H 0 1 L 29/06

識別記号

F I  
G 0 1 N 21/01  
G 0 1 F 23/00  
G 0 1 N 21/27  
H 0 1 L 29/06  
31/12

テーマコード\*(参考)  
D 2 C 0 5 6  
D 2 F 0 1 4  
Z 2 G 0 5 9  
5 F 0 4 1  
D 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-181638(P2000-181638)

(22)出願日

平成12年6月16日(2000.6.16)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 井上 良二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 久保田 雅彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

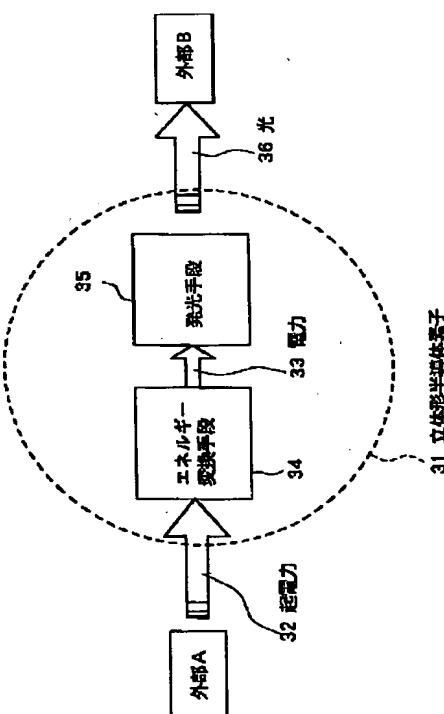
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 立体形半導体素子、該素子が配されたインクタンク、および該インクタンクが搭載されるインクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】 インクタンク内に収容されているインクの種類等の検出に用いられる立体形半導体素子を提供する。

【解決手段】 インクタンク(不図示)内に配される立体形半導体素子31は、外部Aからのエネルギーである起電力32を、異なる種類のエネルギーである電力33に変換するエネルギー変換手段34と、エネルギー変換手段34で生成された電力33により発光する発光手段35とを有している。



(2)

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 外部からのエネルギーを異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段と、該エネルギー変換手段で変換されたエネルギーにより発光する発光手段とを有する立体形半導体素子。

**【請求項2】** 前記発光手段は300～700nmの範囲の波長を含む光を発光するように構成されている、請求項1に記載の立体形半導体素子。

**【請求項3】** 前記発光手段は波長が500nmの光を発光するように構成されている、請求項1に記載の立体形半導体素子。

**【請求項4】** 前記エネルギー変換手段が変換する外部エネルギーは非接触で供給される、請求項1から3のいずれか1項に記載の立体形半導体素子。

**【請求項5】** 前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーは電力である、請求項1から4のいずれか1項に記載の立体形半導体素子。

**【請求項6】** 請求項1から5のいずれか1項に記載の立体形半導体素子が少なくとも1つ配されたインクタンク。

**【請求項7】** 請求項6に記載のインクタンクが搭載されるインクジェット記録装置であって、前記インクタンク内に配された前記立体形半導体素子の発光手段で発光され、前記インクタンク内に収容されたインクを透過した光を受光する受光手段を備えているインクジェット記録装置。

**【請求項8】** 複数の前記インクタンクの各々が、それぞれの前記インクタンク内に収容されたインクの種類に従って所定の位置に装着されるように構成されており、前記光を受光した前記受光手段によって前記インクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときにユーザーに警告を発する手段を備えている、請求項7に記載のインクジェット記録装置。

**【請求項9】** 複数の前記インクタンクの各々が、それぞれの前記インクタンク内に収容されたインクの種類に従って所定の位置に装着されるように構成されており、前記光を受光した前記受光手段によって前記インクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときに、該装着されたインクタンクからインクが供給される記録ヘッドを該インクの種類に合わせて制御する制御手段を備えている、請求項7に記載のインクジェット記録装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、外部からエネルギーが供給されると発光する立体形半導体素子に関する。

**【0002】** また本発明は、上記の立体形半導体素子が配されたインクタンク、および該インクタンクが着脱可能に搭載される、ファクシミリ・プリンター・複写機等に用いられるインクジェット記録装置に関する。

2

**【0003】**

**【従来の技術】** 従来、記録ヘッドに設けた複数の噴射ノズルからインクを噴射させながら、記録ヘッドを搭載したキャリッジを印字方向に移動することで、画像をドットパターンで用紙に印字するようにしたインクジェット記録装置においては、記録用のインクを収容したインクタンクを設け、そのインクタンクのインクをインク供給路を介して記録ヘッドに供給するようにしている。そこで、そのインクタンクのインクの残量を検出するようにしたインク残量検出装置が実用に供されることについても、種々提案されている。

**【0004】** 例えば、特開平6-143607号によれば、図12に示すように非導電性のインクが満たされているインクタンク701の底側の内面に2本(1対)の電極702が配設され、インクタンク701内のインク中には、電極702と対向位置にある電極704が配設された浮揚体703が浮揚している。2本の電極702は、両電極の導通状態を検知する検知部(不図示)にそれぞれ接続されており、両電極の導通状態を検知する20と、インクタンク701内のインクが無いことを示すインク残量エラーを発し、インクジェット記録ヘッド705の動作を停止させることが開示されている。

**【0005】** また、特登録2947245号によれば、図13に示すように下部が底面に向かって漏斗状に形成されるとともに、底面に2つの導電体801, 802が設けられ、インク803よりも比重の小さい金属球804が内部に設置される構成のインクジェットプリンタ用インクカートリッジ805が開示されている。このような構成では、インク803が消費されて減っていくとインク803の液面が下がる。それに伴って、インク803の表面に浮かんでいる金属球804の位置が下がっていく。インク803の液面がインクカートリッジ筐体の底面の位置まで下がると、金属球804は2つの導電体801, 802に接する。すると、導電体801, 802が導通するので、その間に電流が流れる。その通流を検出すれば、インクエンド状態を検出することができる。インクエンド状態が検出されれば、インクエンド状態を示す情報が使用者に知らされる。

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】** 上述した従来公報に代表するような、インクタンク内のインク残量を検出する構成が知られているが、このような構成ではインクタンク内に検出用の電極を配置する必要がある。また、電極間の導通状態によりインク残量を検知するため、インク成分に金属イオンを用いることができない等、使用するインクに制約が生じてしまう。また、上記の構成ではインク残量しか検知することができず、インクタンク内に収容されているインクの種類等のタンク内情報を知ることができない。

**【0007】** さらに、複数のインクを用いて印字するイ

(3)

3

シクジェット記録装置では、インクを無駄なく使うために、各色ごとの複数のインクタンクを所定の位置に装着する場合がある。そのようなインクジェット記録装置では、ユーザーがインクタンクを不適切な位置に装着するのを防止するために、各色のインクタンクを異なる形状にし、不適切な位置では装着できないようにすることが一般的である。しかしながら、インクの色の数だけインクタンクの形状を異ならせることで、インクタンクのコストアップに繋がる場合があった。したがって、インクタンクの形状は同じでありつつ、誤装着を防止することが可能なインクタンクが望まれている。

【0008】上記のようなインクタンクを開発するにあたって、本発明者らは、直径1ミリのシリコン・ポールの球面上に半導体集積回路を形成するというボール・セミコンダクター社のボール・セミコンダクターに着目した。このボールセミコンダクターは球形であるため、これをインクタンク内に収容すれば、外部との情報のやり取りを平面形に比べて非常に効率良く行えることが予想された。しかしながら、このような機能を持つものを調査したところ、U.S.P. 5 877 943号のようにボール・セミコンダクター同士を電気配線で接続する技術などが存在するだけで、上記の機能を持つ素子自体の開発が必要となった。また、この素子がインクタンクに有効に適用できるものである為には、クリアしなければならない課題もあった。課題の一つは、タンク内に収容された素子を起動させるための電力の供給である。素子の起動のための電源をインクタンクに持たせるとタンクが大型になったり、タンク外部に電源を備える場合でも電源と素子との接続手段が必要になり、タンクの製造コストが増え、タンクカートリッジが高価になるので、外部より非接触で素子を起動させねばならない。

【0009】更なる課題としては、インクタンクのインク液面や液面より一定の距離沈んだインク内で浮遊し得ることである。例えばインクタンク内のインク消費に伴う負圧量の変動を経時的に監視するにはインク液面に素子が位置するのが望ましいが、素子は水より比重の大きいシリコンからなるため、インクに浮遊させることが困難である。

【0010】本発明の目的は、インクタンク内に収容されているインクの種類等の検出に用いられる立体形半導体素子を提供することにある。

【0011】また、本発明の更なる目的は、上記素子が配されたインクタンク、および該インクタンクが搭載されるインクジェット記録装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の立体形半導体素子は、外部からのエネルギーを異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段と、該エネルギー変換手段で変換されたエネルギーにより発光する発光手段とを有する。

4

【0013】上記のように構成された本発明の立体形半導体素子では、外部からのエネルギーを供給すると、その外部エネルギーはエネルギー変換手段によってそれとは異なるエネルギーに変換される。立体形半導体素子の発光手段は、エネルギー変換手段によって変換されて生成したエネルギーによって発光する。エネルギー変換手段および発光手段が立体形の半導体素子に作り込まれており、3次元的にエネルギー伝達が可能なので、平板形の半導体素子を用いる場合と比べて、エネルギー伝達の方向の制限も少ない。このため、外部からのエネルギーの供給および光の放射を効率良く行うことができる。

【0014】一般に、インクジェット記録装置等において用いられるインクは、インク色ごとに光の吸収スペクトルが異なるので、インクを透過した光のある波長における強度を検出することによって、その光が透過したインクの色種類を判別することができる。したがって、立体形半導体素子で発光した光をインク中に透過させ、その透過光のある波長における強度を検出することにより、そのインクの種類を判別することができる。

【0015】前記発光手段は300～700nmの範囲の波長を含む光を発光するように構成されていることが好ましい。用いられるインクの色がイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの場合には、この波長帯の中でこれらの吸光率のピークが分散している。そのため、この範囲の波長帯の光を用いることにより、どの波長が最も吸収されたかを検知することで、光が透過したインクの色が上記のうちのいずれであるかを判別することが可能になる。

【0016】また、前記発光手段は波長が500nmの光を発光するように構成されていてもよい。用いられるインクの色がイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの場合には、波長500nmにおける吸光率が互いに明確に異なるので、発光手段における放射光の強度に対する透過光の強度の割合(透光率)を検知することで、光が透過したインクの色が上記のうちのいずれであるかを判別することが可能になる。

【0017】さらに、前記エネルギー変換手段が変換する外部エネルギーは非接触で供給される構成とすることにより、素子の起動のためのエネルギー源をインクタンクに持たせたり、エネルギー供給用の配線を素子に接続する必要がなく、外部との直接的な配線を施すことが困難な箇所に使用することができる。

【0018】さらには、前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーは電力である構成としてもよい。この構成によれば、外部エネルギー変換手段として発振回路の導電体コイルを立体形半導体素子の外表面に巻き付けるように形成することにより、外部の共振回路との間で電磁誘導によって導電体コイルに電力を発生させて、素子に非接触で電力を供給することができる。

【0019】また、本発明のインクタンクは、上記本発

(4)

5

明の立体形半導体素子が少なくとも1つ配されている。  
【0020】また、本発明のインクジェット記録装置は、上記本発明のインクタンクが搭載されるインクジェット記録装置であって、前記インクタンク内に配された前記立体形半導体素子の発光手段で発光され、前記インクタンク内に収容されたインクを透過した光を受光する受光手段を備えている。

【0021】さらに、複数の前記インクタンクの各々が、それぞれの前記インクタンク内に収容されたインクの種類に従って所定の位置に装着されるように構成されており、前記光を受光した前記受光手段によって前記インクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときにユーザーに警告を発する手段を備えている構成としてもよい。これによれば、ユーザはインクタンクを適切な位置に装着し直すことができる。

【0022】あるいは、複数の前記インクタンクの各々が、それぞれの前記インクタンク内に収容されたインクの種類に従って所定の位置に装着されるように構成されており、前記光を受光した前記受光手段によって前記インクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときに、該装着されたインクタンクからインクが供給される記録ヘッドを該インクの種類に合わせて制御する制御手段を備えている構成としてもよい。この構成によれば、ユーザーがインクタンクを間違った位置に装着した場合でも自動的に適切な画像記録が行われるため、ユーザーがインクタンクの装着位置に留意する必要がなくなる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。特に、インクタンク中に素子を配置した場合の実施形態について詳細に説明する。なお、この素子はインクタンクのみに用いられるものではなく、他の対象物中に配して用いても同様の効果が得られる。

【0024】図1は、本発明の一実施形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。この図で示す形態の立体形半導体素子31は、外部Aから素子31に向かって非接触で供給された外部エネルギーである起電力32を電力33に変換するエネルギー変換手段34と、エネルギー変換手段34で得た電力を用いて光を発光させる発光手段35とを備え、インクタンク内のインク中に配される。発光手段35はフォトダイオード等によって構成される。

【0025】なお、素子を動作させるために供給される起電力としては、電磁誘導、熱、光、放射線などが適用できる。また、エネルギー変換手段34および発光手段35は、素子の表面もしくは表面付近に形成されていることが望ましい。

【0026】このような形態では、外部Aから素子31に向かって起電力32を与えると、エネルギー変換手段

6

34が起電力32を電力33へと変換し、その電力33を用いて発光手段35が光36を放射する。発光手段35から放射された光36は、外部Bによってその強度が検出される。

【0027】なお、本明細書中の「立体形半導体素子」の「立体形」とは、三角柱、球、半球体、四角柱、回転楕円体、一軸回転体など、種々の立体形を全て含むものである。

【0028】また、外部エネルギーの供給方法としては、インクジェット記録装置に用いられる場合、素子に外部エネルギーとして起電力を供給する手段は、回復ポジション、リターンポジション、もしくはキャリッジ、記録ヘッド等に設ければ良い。これ以外にも、起電力を供給する手段を有する装置を用いれば、インクジェット記録装置がなくてもインクタンク内部の状態を知ることができ、例えば工場や販売店で用いれば検査などに用いられる（品質保証）。

【0029】次に、上述した実施の形態の立体形半導体素子を適用できるインクタンクの構成例を図2～図4に示す。図2に示すインクタンク501は、インクを収納した可撓性のインク袋502を筐体503内に配置し、筐体503に固定したゴム栓504で袋口502aを開じておき、インク導出用の中空針505をゴム栓504に突き刺して袋内に連通させることで、不図示のインクジェットヘッドへインク供給を行なうものである。このようなインクタンク501のインク袋502内に本発明の立体形半導体素子506を配置することができる。

【0030】また、図3に示すインクタンク511は、インク513を収容した筐体512のインク供給口514に、インクを記録紙Sに向けて吐出し記録を行なうインクジェットヘッド515を取付けたものである。このようなタンク511内のインク513中に本発明の立体形半導体素子516を配置することができる。

【0031】また、図4に示すインクタンク521は、インク522を収容する完全密閉状態の第1室と、負圧発生部材523を収納する大気連通状態の第2室と、タンク最下部で第1室と第2室を連通させる連通路524とを備えたものである。第2室側のインク供給口525よりインクが消費されると、第2室側より大気が第1室へ入ることに替わって第1室のインク522が第2室に導出される。このようなタンク521内のインク522中にも、本発明の立体形半導体素子526を配置することができる。

【0032】次に、本発明の立体形半導体素子を備えたインクタンクを搭載するインクジェット記録装置の構成例を図5に概略図で示す。図5に示されるインクジェット記録装置600に搭載されたヘッドカートリッジ601は、印字記録のためにインクを吐出する液体吐出ヘッドと、その液体吐出ヘッドに供給される液体を保持する図2～図4に示したようなインクタンクとを有するもの

(5)

である。また、該インクタンク内に配された立体形半導体素子へ外部エネルギーである起電力を供給する手段622や前記素子から放射された光を受光する手段(不図示)が記録装置600内に設置されている。

【0033】ヘッドカートリッジ601は、図5に示すように、駆動モータ602の正逆回転に連動して駆動力伝達ギヤ603および604を介して回転するリードスクリュー605の螺旋溝606に対して係合するキャリッジ607上に搭載されている。駆動モータ602の動力によってヘッドカートリッジ601がキャリッジ607とともにガイド608に沿って矢印aおよびbの方向に往復移動される。インクジェット記録装置600には、ヘッドカートリッジ601から吐出されたインクなどの液体を受ける被記録媒体としてのプリント用紙Pを搬送する被記録媒体搬送手段(不図示)が備えられている。その被記録媒体搬送手段によってプラテン609上を搬送されるプリント用紙Pの紙押さえ板610は、キャリッジ607の移動方向にわたってプリント用紙Pをプラテン609に対して押圧する。

【0034】リードスクリュー605の一端の近傍には、フォトカプラ611および612が配設されている。フォトカプラ611および612は、キャリッジ607のレバー607aの、フォトカプラ611および612の領域での存在を確認して駆動モータ602の回転方向の切り換えなどを行うためのホームポジション検知手段である。プラテン609の一端の近傍には、ヘッドカートリッジ601の吐出口のある前面を覆うキャップ部材614を支持する支持部材613が備えられている。また、ヘッドカートリッジ601から空吐出などされてキャップ部材614の内部に溜まったインクを吸引するインク吸引手段615が備えられている。このインク吸引手段615によりキャップ部材614の開口部を介してヘッドカートリッジ601の吸引回復が行われる。

【0035】インクジェット記録装置600には本体支持体619が備えられている。この本体支持体619には移動部材618が、前後方向、すなわちキャリッジ607の移動方向に対して直角な方向に移動可能に支持されている。移動部材618には、クリーニングブレード617が取り付けられている。クリーニングブレード617はこの形態に限らず、他の形態の公知のクリーニングブレードであってもよい。さらに、インク吸引手段615による吸引回復操作にあたって吸引を開始するためのレバー620が備えられており、レバー620は、キャリッジ607と係合するカム621の移動に伴って移動し、駆動モータ602からの駆動力がクラッチ切り換えなどの公知の伝達手段で移動制御される。ヘッドカートリッジ601に設けられた発熱体に信号を付与したり、前述した各機構の駆動制御を司ったりするインクジェット記録制御部は記録装置本体側に設けられており、

8

図5では示されていない。

【0036】上述した構成を有するインクジェット記録装置600では、前記の被記録媒体搬送手段によりプラテン609上を搬送されるプリント用紙Pに対して、ヘッドカートリッジ601がプリント用紙Pの全幅にわたって往復移動する。この移動時に不図示の駆動信号供給手段からヘッドカートリッジ601に駆動信号が供給されると、この信号に応じて液体吐出ヘッド部から被記録媒体に対してインク(記録液体)が吐出され、記録が行われる。

【0037】次に、本発明の立体形半導体素子をインクタンク内に配置する場合の好ましい実施形態を更に詳しく説明する。

【0038】まず、本発明の立体形半導体素子に適用可能な情報入手手段を例に挙げる。インクタンク内に配置される立体形半導体素子が球状シリコンに作り込まれる場合、上記の実施の形態で説明した情報入手手段としては、(1) SiO<sub>2</sub>膜やSiN膜をイオン感応膜として作り、インクのpHを検知するセンサーヤ、(2) ダイヤフラム構造を有し、タンク内の圧力変化を検知する圧力センサーヤ、(3) 光を熱エネルギーに変換し、焦電効果を有するフォトダイオードを作り込み、現在の位置を検出し、インク残量を検知するセンサーヤ、(4) 材料の導電効果を用いて、タンク内の水分量により、インク有無を検知するセンサー等を挙げられる。

【0039】次に、本発明の立体形半導体素子に適用可能なエネルギー発生手段の具体例を挙げる。図6は本発明の立体形半導体素子の構成要素であるエネルギー発生手段の電力発生原理を説明するための図である。

【0040】図6において、外部共振回路101のコイルL<sub>a</sub>に隣接して、発振回路102の導電体コイルLを置き、外部共振回路101を通じてコイルL<sub>a</sub>に電流I<sub>a</sub>を流すと、電流I<sub>a</sub>によって発振回路102のコイルLを貫く磁束Bが生じる。ここで、電流I<sub>a</sub>を変化させるとコイルLを貫く磁束Bが変化するので、コイルLには誘導起電力Vが生じる。したがって、球状シリコンにエネルギー発生手段としての発振回路102を作り込み、素子外部の例えばインクジェット記録装置に外部共振回路101を、素子側の発振回路102の導電体コイルLと素子外部の共振回路101のコイルL<sub>a</sub>とが隣接するように配設することにより、外部からの電磁誘導による誘導起電力で、素子を動作させる電力を発生することが出来る。

【0041】また、球状シリコンにエネルギー発生手段として作り込んだ発振回路102の巻き数NのコイルLを貫く磁束Bは、外部共振回路101のコイルL<sub>a</sub>の巻き数N<sub>a</sub>と電流I<sub>a</sub>の積に比例するから、比例定数をkとして、

【0042】

【数1】

(6)

9

$$B = k * N_a * I_a$$

コイルLに生じる起電力Vは、

【0043】

\* 【数2】

10

①

$$\begin{aligned} V &= -N \{ dB/dt \} \\ &= -k N_a N \{ dI_a/dt \} \\ &= -M \{ dI_a/dt \} \end{aligned}$$

②

ここで、磁束Bは、コイルの磁心の透磁率を $\mu_a$ 、磁界  
をHとすると、

$$\begin{aligned} B &= \mu_a H(z) \\ &= \{\mu_a N_a I_a r_a^2 / 2 \mu_0 r_a^2 + z^2\}^{3/2} \end{aligned}$$

③

となる。ここで、zは、外部共振回路のコイルと球状シリコンに作り込んだコイルとの距離を示している。★【0046】

【0045】②式の相互インダクタンス：Mは、★

$$\begin{aligned} M &= \{\mu N / \mu_a I_a\} \int_S B \cdot dS \\ &= \{\mu \mu_a r_a^2 N_a S / 2 \mu_0 (r_a^2 + z^2)\}^{3/2} \end{aligned}$$

④

となる。ここで、 $\mu_0$ は、真空の透磁率である。★【0048】

【0047】そして、球状シリコンに作り込んだ発信回路のインピーダンス：Zは、★

路のインピーダンス：Zは、◆

$$Z(\omega) = R + j \{ \omega L - (1/\omega C) \}$$

⑤

と表され、外部共振回路のインピーダンス：Zaは、◆【数6】

【0049】◆

$$Z_a(\omega) = R_a + j \omega L_a - \{\omega^2 M^2 / Z(\omega)\}$$

⑥

となる。ここで、Jは、磁化を表している。そして、こ★【0050】

の外部共振回路が共振（電流値：Iaが最大になると【数7】

き）した時のインピーダンス：Zoは、★

$$Z_o(\omega_0) = R_a + j L_a \omega_0 - (\omega_0^2 M^2 / R)$$

⑦

となり、この共振回路の位相の遅れ：ϕは、★【数8】

【0051】◆

$$\tan \phi = \{ j L_a \omega_0 - (\omega_0^2 M^2 / R) \} / R$$

⑧

となる。

【0052】そして、この外部共振回路の共振周波数：◆

f<sub>o</sub>は、★

$$f_o = 1 / 2 \pi (L C)^{1/2}$$

⑨

で求められる。

【0054】上記のような関係から、球状シリコンに作り込んだ発振回路102のインピーダンスが、インクタンク内のインクの変化に応じて可変すると、外部共振回路101の周波数を変化させて、外部共振回路101のインピーダンスの振幅および位相差に、上記のインクの変化が表れてくる。さらには、この位相差や振幅には、インク残量（即ち、zの変化）も含まれている。

【0055】例えば、外部共振回路101の共振周波数を可変することで、球状シリコンに作り込んだ発振回路102からの出力（インピーダンス）が、周囲の環境変化に応じて、変化するので、この周波数依存性を検出することで、インクの有無やインク残量を検出することが出来る。

【0056】したがって、球状シリコンに作り込む発振回路は、電力を発生させるエネルギー発生手段としてのみならず、その発振回路と外部共振回路との関係で、タ

ンク内のインクの変化を検知する手段の一部としても使用することが可能である。

【0057】図7は、本発明の立体形半導体素子を用いたインクタンクの概略構成図である。この図で示す立体形半導体素子526は、インクタンク521内の生インク522の液面付近に浮遊しており、インクタンク521外の外部共振回路（不図示）によって電磁誘導による起電力を誘起させられ、立体形半導体素子526の表面に付近に配設されたフォトダイオードが駆動されることで、光を発する。その光は、インク522を透過し、インクタンク521の外部の光センサ550で受光される。

【0058】図8に、代表的なインク（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）の吸光波長を示す。図8からわかるように、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各色のインクは、300～700nmの波長帯において吸光率のピークが分散している。各色のインクの吸光

(7)

11

率のピークは、イエローが約390nm、マゼンダが約500nm、ブラックが約590nm、シアンが約620nmである。そのため、300~700nmの範囲の波長を含む光を立体形半導体素子から発光させ、その光をインク中に透過させてインクタンク外にある光センサ550(図7参照)で受光し、どの波長が最も吸収されたかを検知することで、光が透過したインクの色が上記のうちのいずれであるかを判別することができる。

【0059】また、図8からわかるように、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色のインクは、波長500nmにおいて吸光率が互いに明確に異なる。波長500nmにおける各色のインクの吸光率は、マゼンダが約80%、ブラックが約50%、イエローが約20%、シアンが約5%である。そのため、500nmの波長光に関して、立体形半導体素子で発光された光の強度に対するイシク透過光の強度の割合(透光率)を検知することで、光が透過したインクの色が上記のうちのいずれであるかを判別することができる。

【0060】なお、上記のいずれの場合にも、一種類の立体形半導体素子を異なるインクタンク内にそれぞれ配して、複数のインク種の判別を行うことが可能である。

【0061】また、複数のインクタンクの各々が、それぞれのインクタンク内に収容されたインクの種類に従つて所定の位置に装着されるように構成されているインクジェット記録装置においては、インクタンク内のインクを透過した光を受光した光センサ550によってインクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときにユーザーに警告を発する手段が備えられていてよい。この場合の警告手段としては、ランプ等の発光手段やブザー等の鳴音手段などを用いることができる。ユーザーは、警告手段による警告によってインクタンクを誤った位置に装着したことを知り、そのインクタンクを本来の位置に装着し直すことができる。

【0062】あるいは、このようなインクジェット記録装置において、インクタンク内のインクを透過した光を受光した光センサ光によってインクタンクが不適切な位置に装着されたことが検知されたときに、装着されたインクタンクからインクが供給される記録ヘッドをそのインクの種類に合わせて制御する制御手段が備えられていてよい。これによれば、ユーザーがインクタンクを間違った位置に装着した場合でも自動的に適切な画像記録が行われるため、ユーザーがインクタンクの装着位置に留意する必要がなくなる。

【0063】次に、本例の立体形半導体素子の製造方法について説明する。図9は、本発明の立体形半導体素子の製造方法の一例を説明するための工程図であり、各工程を球状シリコンの中心を通る断面で示している。また、ここでは、球状シリコンの重心を中心より下部になるように作成し、かつ、球面体内部の上部を空洞にして、更に、その空洞部を気密状態に保持する製造方法を

12

例に挙げる。

【0064】図9(a)に示す球状シリコンに対し、その全表面上に図9(b)に示すように熱酸化のSiO<sub>2</sub>膜202を形成した後、図9(c)に示すようにSiO<sub>2</sub>膜の一部に開口203を形成するため、フォトリソグラフィプロセスを用いて、パターニングをする。

【0065】そして、図9(d)に示すように、開口203を通じてのKOH溶液を用いた異方性エッチングにより、上部のシリコン部分のみ除去し、空洞部204を形成する。その後、図9(e)に示すように、LPCVD法を用いて、立体形素子の内外表面にSiN膜205を形成する。

【0066】更に、図9(f)に示すように、メタルCVD法を用いて、立体形素子の全表面上にCu膜206を形成する。そして、図9(g)に示すように、周知のフォトリソグラフィプロセスを用いてCu膜206をパターニングし、発振回路の一部である巻き数Nの導電体コイルLを形成する。その後、導電体コイルLを形成した立体形素子を真空装置から大気中に出し、上部の開口203を樹脂や栓などの封止部材207で塞ぎ、球面体内部の空洞部204を密閉状態にする。このように製造すれば、第3の実施の形態のように電力を用いて浮力を発生する手段を備えなくても、シリコンからなる立体形半導体素子自体に浮力を持たせることが出来る。

【0067】また、このような浮遊型の立体形半導体素子を製造する前に球状シリコンに形成しておくコイルL以外の駆動回路素子はN-MOS回路素子を用いていい。図10に、N-MOS回路素子を縦断するように切断した模式的断面図を示す。

【0068】図10によれば、P導電体のSi基板401に、一般的なMOSプロセスを用いたイオンプランテーション等の不純物導入および拡散により、N型ウェル領域402にP-MOS450が構成され、P型ウェル領域403にN-MOS451が構成されている。P-MOS450およびN-MOS451は、それぞれ厚さ数百Åのゲート絶縁膜408を介して、4000Å以上5000Å以下の厚さにCVD法で堆積したpoly-Siによるゲート配線415、およびN型あるいはP型の不純物導入をしたソース領域405、ドレイン領域406等で構成され、それらP-MOS450とN-MOS451によりC-MOSロジックが構成されている。

【0069】素子駆動用のN-MOSトランジスタ301は、やはり不純物導入および拡散等の工程により、P型ウェル基板402上のドレイン領域411、ソース領域412およびゲート配線413等で構成されている。

【0070】ここで、素子駆動ドライバとしてN-MOSトランジスタ301を使うと、1つのトランジスタを構成するドレンゲート間の距離Lは、最小値で約10μmとなる。その10μmの内訳の1つは、ソースとドレンのコンタクト417の幅であり、それらの幅分は

(8)

13

$2 \times 2 \mu\text{m}$ であるが、実際は、その半分が隣のトランジスタとの兼用となるため、その $1/2$ の $2 \mu\text{m}$ である。内訳の他は、コンタクト417とゲート413の距離分の $2 \times 2 \mu\text{m}$ の $4 \mu\text{m}$ と、ゲート413の幅分の $4 \mu\text{m}$ であり、合計 $10 \mu\text{m}$ となる。

【0071】各素子間には、 $5000 \text{ \AA}$ 以上 $10000 \text{ \AA}$ 以下の厚さのフィールド酸化により酸化膜分離領域453が形成され、素子分離されている。このフィールド酸化膜は、一層目の蓄熱層414として作用する。

【0072】各素子が形成された後、層間絶縁膜416が約 $7000 \text{ \AA}$ の厚さにCVD法によるPSG、BPSG膜等で堆積され、熱処理により平坦化処理等をされてから、コンタクトホールを介して、第1の配線層となるAl電極417により配線が行なわれている。その後、プラズマCVD法によるSiO<sub>2</sub>膜等の層間絶縁膜418を $10000 \text{ \AA}$ 以上 $15000 \text{ \AA}$ 以下の厚さに堆積し、更にスルーホールを形成した。

【0073】このN-Mo-s回路を、図9のように浮遊型の立体形半導体素子を形成する前に形成しておく。そして、本発明のエネルギー発生手段としての発振回路や情報入手手段としてのセンサ部などとの接続を上記スルーホールを介して行なう。

【0074】また、本例の浮遊型の立体形半導体素子を配したインクタンクがどのような状態においても、上述のような製法で球状シリコンを作り込まれた発振回路と、図6に示した外部共振回路との間で、安定した磁束（磁界）が働いている必要がある。しかし、インクなど液体中に浮遊した場合、外部振動により液面が振動することがある。そのような場合でも、液体中で安定した状態を保持するために、本例では、浮遊型の立体形半導体素子の重心を決定している。

【0075】図11で示しているように、液体中に本例のポール形半導体素子210を浮遊させた場合、図11(a)のように、釣り合いの状態にあるためには、

(1) 浮力F=物体の重量W

(2) 浮力の作用線と重量の作用線（重心Gを通る線）が一致という関係が成り立つことが必要である。

【0076】そして、図11(b)のように、外力により液体が振動して、立体形半導体素子210が、釣り合いの状態から少し傾いた時、浮力の中心が移動し、浮力と重量とで偶力となる。

【0077】ここで、釣り合いの状態にあるときの重量の作用線（図11(b)中の一点鎖線）と、傾いたときの浮力の作用線（図11(b)中の実線）との交点をメタセンタと呼び、メタセンタと重心との距離hをメタセンタの高さと呼ばれている。

【0078】本例のように、立体形半導体素子210のメタセンタが重心より高い位置にあるので、偶力（復元力）は元の釣り合いの位置に戻そうとする向きに作用する。この復元力：Tは、

14

【0079】

【数10】

$$\begin{aligned} T &= Wh \sin \theta = F h \sin \theta \\ &= \rho g V h \sin \theta \quad (>0) \end{aligned}$$

で表される。ここで、立体形半導体素子210が排除した液体の体積をVと、立体形半導体素子210の比重重量を $\rho g$ としている。

【0080】そこで、この復元力を正にするためには、 $h > 0$ となることが必要十分条件である。

【0081】そして、図11(b)から、

【0082】

【数11】

$$h = (I/V) - CG$$

となる。ここで、IはO軸回りの慣性モーメントである。よって、

【0083】

【数12】

$$(I/V) > CG$$

となることが、ポール形半導体素子210が、インク中に安定して浮遊し、外部共振回路からの誘電起電力の供給を行うための必要条件となる。

【0084】以上のような実施例の立体形半導体素子では、素子を起動させる電力を供給する外部エネルギーとしてコイルによる電磁誘導を使用したが、これ以外に光を使用してもよく、この光の明暗を電気信号に変換する場合は、光の照射により抵抗値が変化する材料（例えば、光導電体）を用いて、光導電効果により電力を発生させることができる。光導電体としては例えば、CdS, InSbやHg<sub>0.8</sub>Cd<sub>0.2</sub>T<sub>e</sub>などの二元合金/三元合金や、GaAs, Si, Va-Siなどが用いられる。さらに、起電力として熱を使用する場合は、物質の放射エネルギーから量子効果により電力を発生させることができる。

【0085】また、本実施例の立体形半導体素子は、着脱可能に装着されたインクタンクに収容されたインクをインクジェット記録ヘッドに供給し、その記録ヘッドから噴射するインク滴で記録用紙に印字するインクジェット記録装置に関して、インク情報を検知し、最適な方法で記録装置を制御することに好ましく適用される。

【0086】なお、本実施例ではインクジェット記録装置の外装は不図示であるが、外装のカバーを半透明などの状態が見れるものを用い、インクタンクも半透明のものを用いた場合には、タンクの光をユーザーが見れるので、例えば「タンクを交換したい」ことが分かりやすく、ユーザーに、タンクを交換しようとする意欲を持たせることができる。（従来は装置本体のボタンが光るが、いくつかの表示機能を兼ねているため、光っても何を知らせたいのかユーザーには分かりにくい。）

(9)

15

## 【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、立体形半導体素子が、外部からのエネルギーを異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段と、エネルギー変換手段で変換されたエネルギーにより発光する発光手段とを有しているので、立体形半導体素子から放射された光をインク中に透過させ、その透過光のある波長における強度を検出することにより、インクの種類を判別することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。

【図2】本発明の立体形半導体素子を適用できるインクタンクの構成例を示す図である。

【図3】本発明の立体形半導体素子を適用できるインクタンクの構成例を示す図である。

【図4】本発明の立体形半導体素子を適用できるインクタンクの構成例を示す図である。

【図5】本発明の立体形半導体素子を備えたインクタンクを搭載するインクジェット記録装置の概略構成図である。

【図6】本発明の立体形半導体素子の構成要素であるエネルギー発生手段の電力発生原理を説明するための図である。

【図7】本発明の立体形半導体素子を用いたインクタンクの概略構成図である。

【図8】代表的なインク（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック）の吸光波長を示すグラフである。

【図9】本発明の立体形半導体素子の製造方法の一例を説明するための工程図である。

【図10】本発明の立体形半導体素子に使用するN-MOS回路素子を縦断するように切断した模式的断面図である。

【図11】図9で示す方法で製造した立体形半導体素子

が液体中で安定した状態を保持するための条件を説明するための図である。

【図12】特開平6-143607号に記載のインク残量検知装置を示す図である。

【図13】特登録2947245号に記載のインク残量検知装置を示す図である。

## 【符号の説明】

31, 506, 516, 526 立体形半導体素子

32 起電力

10 33 電力

34 エネルギー変換手段

35 発光手段

36 光

101 外部共振回路

102 発振回路

201 球状シリコン

202 SiO<sub>2</sub>膜

203 開口

204 空洞部

205 SiN膜

206 Cu膜

207 封止部材

210 ボール形半導体素子

501, 511, 521 インクタンク

502 インク袋

502a 袋口

503, 512 筐体

504 ゴム栓

505 中空針

513, 522 インク

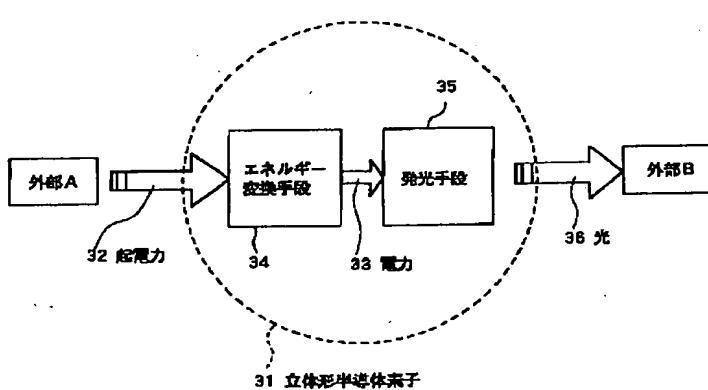
514, 525 インク供給口

515 インクジェットヘッド

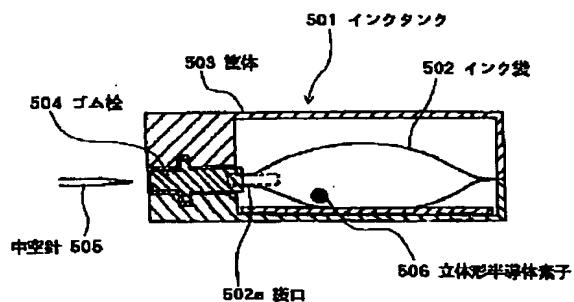
523 負圧発生部材

524 連通路

【図1】

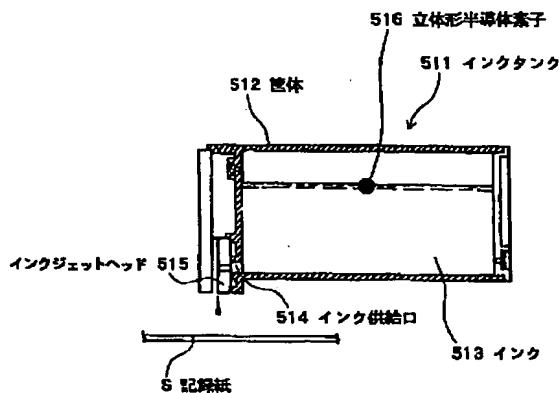


【図2】

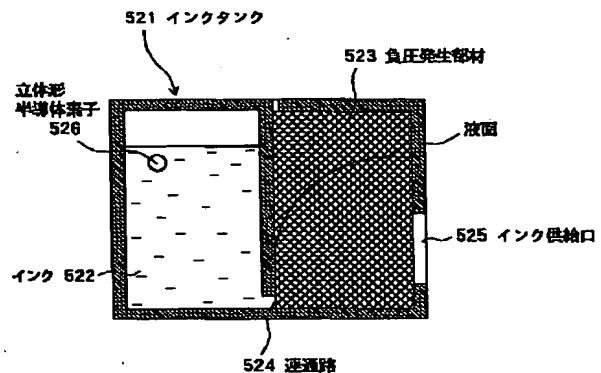


(10)

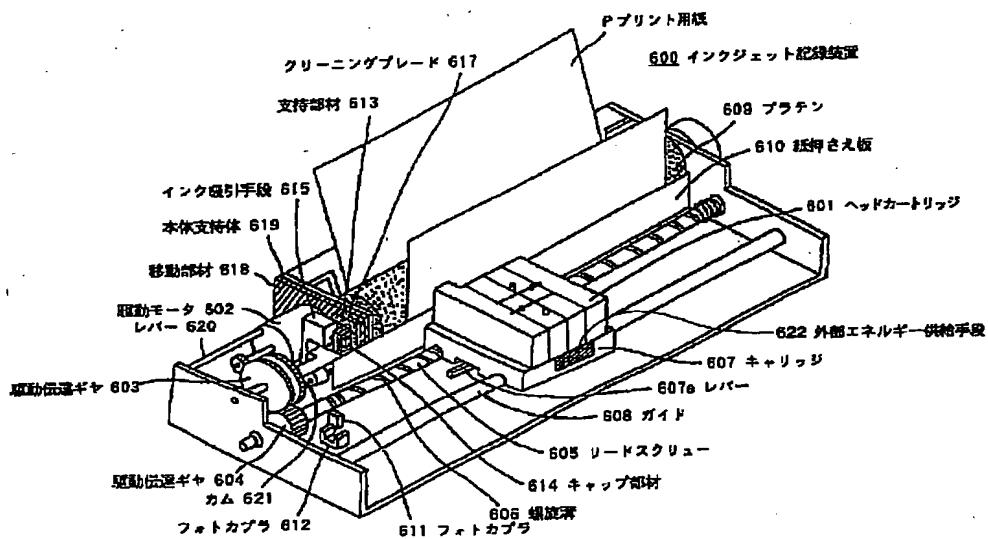
【図3】



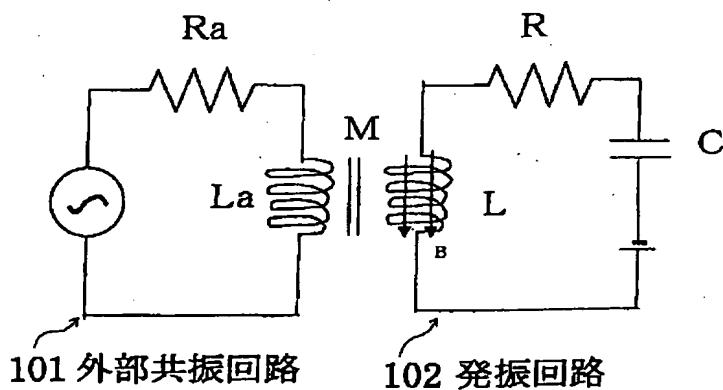
【図4】



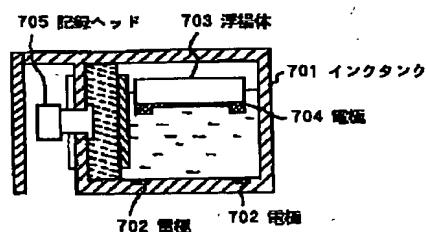
【図5】



【図6】



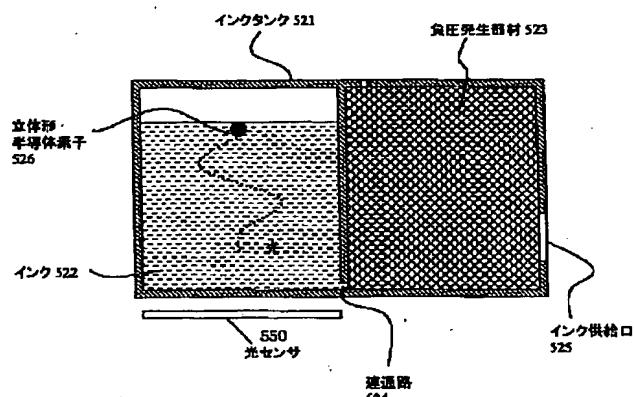
【図12】



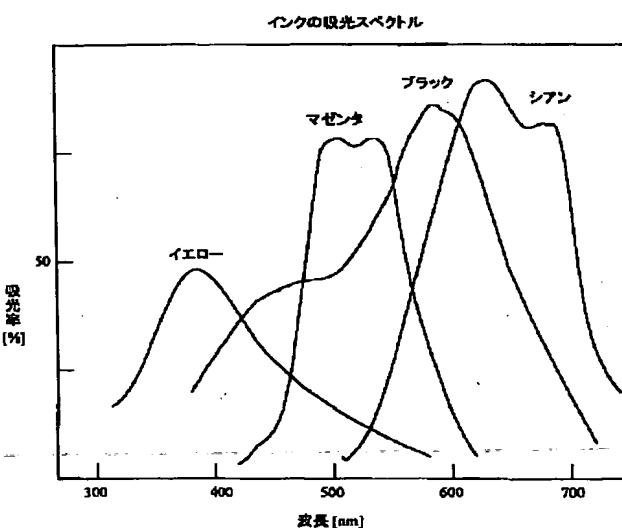
BEST AVAILABLE COPY

(11)

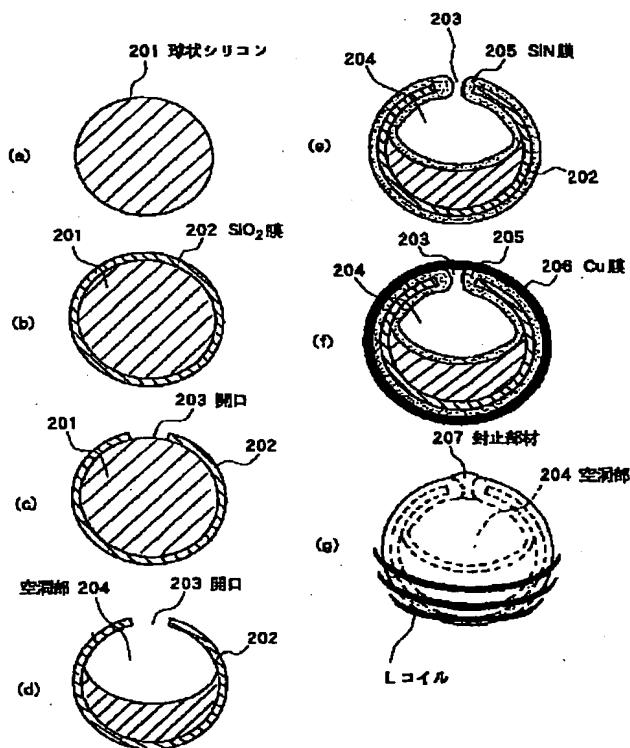
【図7】



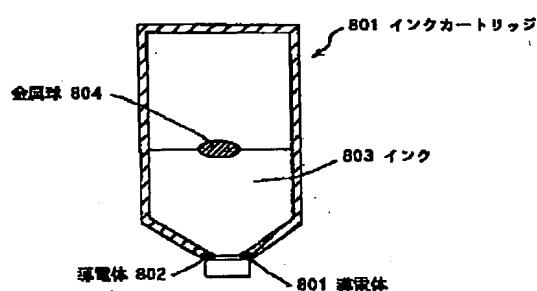
【図8】



【図9】



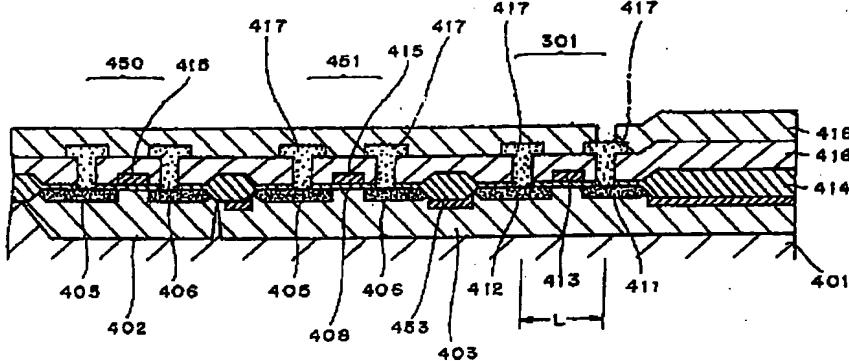
【図13】



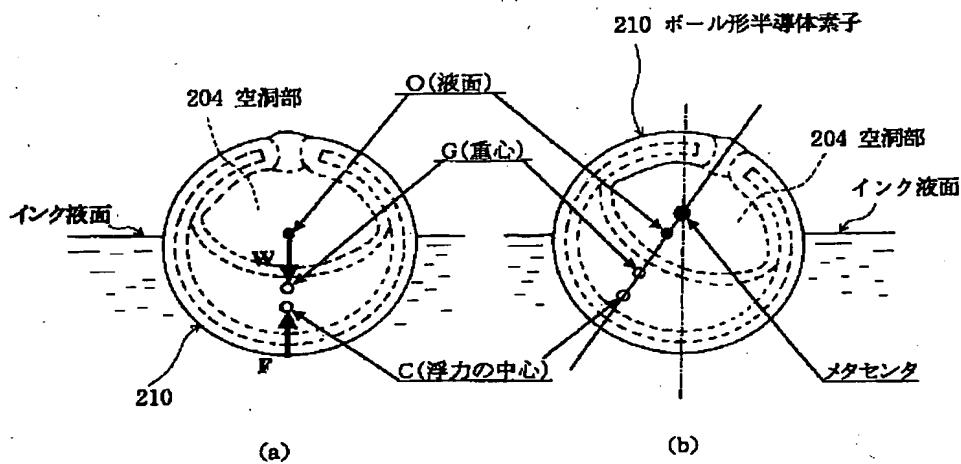
BEST AVAILABLE COPY

(12)

【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 1 L 31/04  
31/12  
33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00  
B 4 1 J 3/04  
H 0 1 L 31/04

テーマコード(参考)

L 5 F 0 8 9  
1 0 2 Z  
Q

(72) 発明者 今仲 良行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 望月 無我

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 石永 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 斎藤 一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 山口 孝明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

F ターム(参考) 2C056 EA29 EB20 EB29 EB36 EB45

EB51 EC26 KC30

2F014 AB02 AB03 EB02

2G059 AA05 BB04 EE01 EE11 GG00

HH02 HH06 KK01 MM10

5F041 CB01 CB32 FF16

5F051 AA05 AA08 AA09 GA20

5F089 BA05 BB03 CA11 EA01 FA10